

**IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE**

In re Patent Application of

Seung jae LEE et al.

Group Art Unit: Unassigned

Application No.: Unassigned

Examiner: Unassigned

Filing Date: February 6, 2004

Confirmation No.: Unassigned

Title: BIPOLAR PLATE AND FUEL CELL INCLUDING THE SAME

**SUBMISSION OF CERTIFIED COPY OF PRIORITY DOCUMENT**

Commissioner for Patents  
P.O. Box 1450  
Alexandria, VA 22313-1450

Sir:

The benefit of the filing date of the following priority foreign application(s) in the following foreign country is hereby requested, and the right of priority provided in 35 U.S.C. § 119 is hereby claimed.

Country: Korea

Patent Application No(s): 10-2003-0018502

Filed: March 25, 2003

In support of this claim, enclosed is a certified copy(ies) of said foreign application(s). Said prior foreign application(s) is referred to in the oath or declaration. Acknowledgment of receipt of the certified copy(ies) is requested.

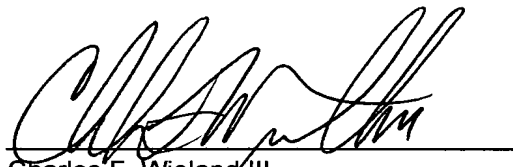
Respectfully submitted,

BURNS, DOANE, SWECKER & MATHIS, L.L.P.

P.O. Box 1404  
Alexandria, Virginia 22313-1404  
(703) 836-6620

Date: February 6, 2004

By

  
Charles F. Wieland III  
Registration No. 33,096



별첨 사본은 아래 출원의 원본과 동일함을 증명함.

This is to certify that the following application annexed hereto is a true copy from the records of the Korean Intellectual Property Office.

출원 번호 : 10-2003-0018502  
Application Number

출원 년 월 일 : 2003년 03월 25일  
Date of Application  
MAR 25, 2003

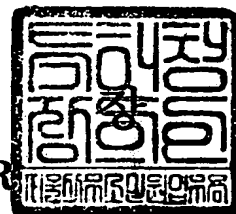
출원인 : 삼성전자주식회사  
Applicant(s) SAMSUNG ELECTRONICS CO., LTD.



2003      년      04      월      07      일

특      허      청

COMMISSIONER



## 【서지사항】

【서류명】	특허출원서
【권리구분】	특허
【수신처】	특허청장
【참조번호】	0003
【제출일자】	2003.03.25
【국제특허분류】	H01M
【발명의 명칭】	바이폴라판과 이를 채용하는 연료전지
【발명의 영문명칭】	Bipolar plate and Fuel cell comprising the same
【출원인】	
【명칭】	삼성전자 주식회사
【출원인코드】	1-1998-104271-3
【대리인】	
【성명】	이영필
【대리인코드】	9-1998-000334-6
【포괄위임등록번호】	2003-003435-0
【대리인】	
【성명】	이해영
【대리인코드】	9-1999-000227-4
【포괄위임등록번호】	2003-003436-7
【발명자】	
【성명의 국문표기】	이승재
【성명의 영문표기】	LEE, Seung Jae
【주민등록번호】	630514-1068013
【우편번호】	463-020
【주소】	경기도 성남시 분당구 수내동 양지금호아파트 102동 103호
【국적】	KR
【발명자】	
【성명의 국문표기】	최경환
【성명의 영문표기】	CHOI, Kyoung Hwan
【주민등록번호】	690516-1031323
【우편번호】	441-082

**【주소】** 경기도 수원시 권선구 매산로2가 대한대우아파트 114동 1201호  
**【국적】** KR  
**【발명자】**  
**【성명의 국문표기】** 장혁  
**【성명의 영문표기】** CHANG, Hyuk  
**【주민등록번호】** 621206-1047634  
**【우편번호】** 463-050  
**【주소】** 경기도 성남시 분당구 서현동 삼환아파트 503동 1304호  
**【국적】** KR  
**【취지】** 특허법 제42조의 규정에 의하여 위와 같이 출원합니다. 대리인  
 필 (인) 대리인 이영  
 이해영 (인)  
**【수수료】**  
**【기본출원료】** 20 면 29,000 원  
**【가산출원료】** 16 면 16,000 원  
**【우선권주장료】** 0 건 0 원  
**【심사청구료】** 0 항 0 원  
**【합계】** 45,000 원  
**【첨부서류】** 1. 요약서·명세서(도면)\_1통

**【요약서】****【요약】**

바이폴라판과 이를 채용하는 연료전지가 개시된다. 개시된 바이폴라판은 유로의 길이가 바이폴라판의 면적의 제곱근의 3배 이상 8배 이하로 형성된다. 개시된 연료전지는 연료유동 유로의 길이가 제1바이폴라판의 면적의 제곱근의 3배 이상 8배 이하이고, 산화제유동 유로의 길이가 상기 제2바이폴라판의 면적의 제곱근의 3배 이상 8배 이하로 형성된다. 바이폴라판 내의 압력을 균일하게 감소시키고 연료전지의 파워를 향상시킨다. 또 연료와 산화제의 입구 및 출구를 일방향으로 배치함으로써 제조된 전극을 사용할 경우 면적손실을 최대한 줄이고 연료와 산화제의 혼합을 효과적으로 방지한다.

**【대표도】**

도 4

**【명세서】****【발명의 명칭】**

바이폴라판과 이를 채용하는 연료전지{Bipolar plate and Fuel cell comprising the same}

**【도면의 간단한 설명】**

도 1a는 일반적인 연료전지의 연료유동 유로(flow field)가 형성된 애노드 바이폴라판의 평면도,

도 1b는 일반적인 연료전지의 공기유동 유로가 형성된 캐소드 바이폴라판의 평면도,

도 2는 종래의 일반적인 연료전지 스택에 있어서, 셀의 번호에 따른 플로우 당 전압(E)의 분포를 보이는 다이어그램,

도 3은 종래의 일반적인 연료전지 스택에 있어서, 전류에 따른 전압(E) 및 전력(Power)의 변화를 보이는 그래프,

도 4는 본 발명의 실시예에 따른 제1바이폴라판을 보이는 평면도,

도 5a는 도 4의 A-A' 단면도,

도 5b는 도 4의 B-B' 단면도

도 6은 본 발명의 실시예에 따른 제2바이폴라판(41)을 보이는 평면도,

도 7a는 도 6의 C-C' 선 단면도,

도 7b는 도 6의 D-D' 선 단면도



38a, 38b, 38c, 38d ; 냉각핀

41 ; 제2바이폴라판

43 ; 제2유로

**【발명의 상세한 설명】**

**【발명의 목적】**

**【발명이 속하는 기술분야 및 그 분야의 종래기술】**

- <26> 본 발명은 연료전지에 관한 것으로서, 더욱 상세하게는 압력을 강하시키고 파워를 향상시킨 연료전지에 관한 것이다.
- <27> 연료전지란 연료 산화 반응으로부터 발생하는 자유 에너지의 변화가 전기적 에너지로 전환되는 전기화학적 시스템을 의미한다. 연료전지는 크게 수소 또는 메탄올과 같은 연료가 전자를 잃고 양이온으로 변화하는 산화반응이 일어나는 애노드, 양이온이 애노드로부터 공급되는 전자를 받아 주입되는 공기 중의 산소와 결합하여 물로 변화하는 환원반응이 일어나는 캐소드 및, 애노드와 캐소드 사이에 위치하여 수소이온을 전달하는 전해질의 세 부분으로 구성된다.
- <28> 도 1a는 일반적으로 사용되고 있는 연료전지의 연료유동 유로(flow field)가 형성된 애노드 바이폴라판(bipolar plate)의 평면도이고, 도 1b는 동일물의 공기유동 유로가 형성된 캐소드 바이폴라판의 평면도이다.
- <29> 도 1a 및 도 1b를 참조하면, 종래의 연료전지는 연료유동 유로(13) 및 공기유동 유로(23)의 길이가 정사각형의 제1 및 제2바이폴라판(11)(21)의 한 변의 15 배 이상으로 형성되고, 연료와 공기의 입구(12)(22) 및 출구(14)(24)가 서로 대각선 방향으로 배치되



어 있으며, 유로(13)(23)의 모서리가 직각형태로 구성된 애노드 및 캐소드 바이폴라판 (11)(21)을 구비한다. 참조부호 26은 냉각 핀을 나타낸다.

<30> 유로(13)(23)는 금속성 망상체 등을 사용하기도 하지만, 주로 전기전도성이 있고 기체의 밀폐가 가능한 일정 두께 이상의 집전판인 흑연 블록에 유로를 가공하여 새긴 구조를 이용한다. 하지만, 이러한 유로(13)(23)는 연료 및 산소를 연속적으로 공급하기 위해 최외각 단전지로부터 스택 안쪽의 단전지에 이르기까지 복잡한 설계가 필요하고 연료 전지 스택 제조시 유로(13)(23)가 형성된 바이폴라판을 여러 장을 적층하므로 연료전지의 밀폐화가 어려우며 연료전지 셀 내부의 압력차가 커지고 평면에서 반응물의 농도가 균일하지 못하다.

<31> 도 2는 종래의 일반적인 연료전지 스택에 있어서, 연료전지 셀의 번호에 따른 플로우 당 전압(E)의 변화를 보이는 다이어그램이다. 도면에서 9번 셀에서 플로우 당 전압의 값이 0.05V 정도, 12번 셀에서 플로우 당 전압의 값이 0.08V 정도로 급격히 감소하는 것을 볼 수 있다. 도시된 바와 같이 종래의 일반적인 연료전지에서는 각 연료전지 셀의 전압이 상이하여 연료전지 스택 전체에서 전압이 균일하지 않은 것을 볼 수 있다.

<32> 도 3은 종래의 일반적인 연료전지 스택에 있어서, 전류에 따른 전압(E) 및 전력(Power)의 변화를 보이는 그래프이다. 도 3을 참조하면, 전압이 5V일 때 전류는 6A를 나타내며, 이 때 30W 정도의 최대 파워를 보인다. 하지만 전압이 낮아질수록 파워는 파워는 급격하게 감소하는 것을 볼 수 있다.

<33> 일반적인 연료전지의 단점을 보완하기 위해 미국특허 제6132895호에서는 액체연료를 공급하는 유로와 열교환기 역할을 함께 수행하는 산화제 유로로 이루어지는 양면집전판(220)을 구비하는 연료전지를 제안하고 있다. 미국특허 제6127058호에서는 전류집전체

가 장착된 플라스틱 프레임을 이용하고, 애노드와 캐소드가 확산기체층 및 열관리층 역할을 수행하는 연료전지를 개시하고 있으며, 미국특허 제5527363호에서는 전기전도성 압축판 및 압축판 사이의 중간판에 엠보싱을 함으로써 유체를 효과적으로 가압하는 연료전지를 제공한다.

- <34> 하지만, 이러한 종래의 연료전지에서는 여러 기능을 가지도록 구조를 설계하여 공정단가를 감소시킬 수는 있었으나 스택 내부 압력이 증가하여 연료전지 반응이 느려지며 연료와 산화제의 혼합과 누수를 효율적으로 방지하지 못한다. 또한, 유로의 진행방향이 변하는 모서리가 각이 진 유로에서는 모서리에서 유로를 통과하는 유체의 진행이 정체되는 메모리 현상이 일어나 연료 순환이 원활하지 않은 단점을 가진다.

**【발명이 이루고자 하는 기술적 과제】**

- <35> 따라서, 본 발명이 이루고자하는 기술적 과제는 상술한 종래 기술의 문제점을 개선하기 위한 것으로서, 유로 내 압력을 줄이고 연료와 공기의 입구와 출구를 일방향에 배치함으로써 전극제조 손실을 극소화하고 연료와 산화제의 혼합을 효과적으로 방지하며 메모리 현상을 제거할 수 있는 구조의 연료전지를 제공하는 것이다.

**【발명의 구성 및 작용】**

- <36> 상기 기술적 과제를 달성하기 위하여 본 발명은, 연료 또는 산화제가 유동하는 유로가 형성된 연료전지용 바이폴라판에 있어서,
- <37> 상기 유로의 길이는 상기 바이폴라판의 면적의 제곱근의 3배 이상 8배 이하인 것을 특징으로 하는 바이폴라판을 제공한다.

- <38> 상기 유로는 상기 바이폴라판의 경계로부터 소정 겹을 두고 상방으로 돌출되거나 하방으로 후퇴된 반응판에 형성된다.
- <39> 상기 유로는, 상기 반응판에 소정 깊이로 형성되고 상기 연료 또는 산화제가 이동하는 채널과, 상기 채널 간 장벽을 이루는 리브로 이루어지고, 상기 채널의 폭이 상기 리브의 폭에 비해 1.3 배 내지 2배 정도 크게 형성된다.
- <40> 상기 채널 각각은 상기 바이폴라판의 면적의 제곱근의 3배 이상 8배 이하인 것이 바람직하다.
- <41> 상기 유로는 진행 방향이 90도 변하는 코너를 60개 이하로 구비하거나 진행 방향이 180도 변하는 턴을 12개 이하로 구비할 수 있다.
- <42> 상기 코너 또는 턴은 곡선으로 형성되는 것이 바람직하다.
- <43> 상기 유로의 입구와 출구는 동일 방향으로 정렬되는 것이 바람직하다.
- <44> 상기 유로의 입구와 출구는 타원형인 것이 바람직하다.
- <45> 상기 유로는 상기 채널에서 멀어질수록 폭이 넓어지는 부채꼴 형태의 입구와 출구를 구비하거나, 상기 채널보다 깊이가 30% 내지 50% 정도 더 깊은 입구와 출구를 구비하는 것이 바람직하다.
- <46> 상기 바이폴라판은 일측에 열전지 삽입구가 형성되는 것이 바람직하다.
- <47> 상기 기술적 과제를 달성하기 위하여 본 발명은 또한, 연료유동 유로가 형성되는 제1바이폴라판과, 산화제유동 유로가 형성되는 제2바이폴라판 및, 상기 제1 및 제2바이폴라판 사이에 개재되고 상기 연료와 상기 산화제가 반응하는 MEA를 구비하는 연료전지에 있어서,

- <48>      상기 연료유동 유로의 길이는 상기 제1바이폴라판의 면적의 제곱근의 3배 이상 8배 이하이고, 상기 산화제유동 유로의 길이는 상기 제2바이폴라판의 면적의 제곱근의 3배 이상 8배 이하인 것을 특징으로 하는 연료전지를 제공한다.
- <49>      상기 연료유동 유로 또는 산화제 유동 유로는 상기 제1바이폴라판의 경계로부터 소정 갭을 두고 상방으로 돌출되거나 하방으로 후퇴된 반응판에 형성된다.
- <50>      상기 연료유동 유로 또는 산화제유동 유로는, 상기 반응판에 소정 깊이로 형성되고 상기 연료 또는 산화제가 이동하는 채널과, 상기 채널 간 장벽을 이루는 리브으로 이루어지고, 상기 채널의 폭이 상기 리브의 폭에 비해 1.3 배 내지 2배 정도 큰 것이 바람직하다.
- <51>      상기 연료유동 유로는 진행방향이 90도 변하는 코너가 60개 이하이고, 진행방향이 180도 변하는 턴이 12개 이하인 것이 바람직하다.
- <52>      상기 산화제유동 유로는 진행방향이 90도 변하는 코너가 50개 이하이고, 진행방향이 180도 변하는 턴이 10개 이하인 것이 바람직하다.
- <53>      상기 코너 또는 턴은 곡선으로 형성되는 것이 바람직하다.
- <54>      상기 연료유동 유로 또는 산화제 유동 유로는 동일방향으로 정렬된 입구와 출구를 구비하는 것이 바람직하다.
- <55>      상기 연료유동 유로의 입구는 상기 산화제 유동 유로의 입구와 상기 연료유동 유로의 출구 또는 상기 산화제 유동 유로의 출구를 사이에 두고 분리되는 것이 바람직하며, 상기 연료유동 유로의 출구는 상기 산화제유동 유로의 출구와 상기 연료유동 유로의 입구 또는 상기 산화제 유동 유로의 입구를 사이에 두고 분리되는 것이 바람직하다.

- <56>      상기 연료유동 유로 또는 산화제유동 유로는 타원형의 입구와 출구를 구비하는 것이 바람직하며, 상기 연료유동 유로 또는 산화제유동 유로는 상기 채널로부터 멀어질수록 폭이 넓어지는 부채꼴의 입구와 출구를 구비하는 것이 바람직하다.
- <57>      상기 연료유동 유로 또는 산화제 유동유로의 입구와 출구는 상기 채널의 깊이에 비하여 30~50% 더 깊게 형성되는 것이 바람직하다.
- <58>      상기 제1 또는 제2바이폴라판은 일측에 열전지 삽입구를 구비할 수 있다.
- <59>      상기 제1바이폴라판은 애노드이고, 상기 제2바이폴라판은 캐소드일 수 있으며, 그 역도 가능하다.
- <60>      상기 제1바이폴라판의 압력은 0.05bar 내지 0.12bar를 나타내고, 상기 제2바이폴라판의 압력은 0.02bar 내지 0.08bar를 나타내는 것이 바람직하다.
- <61>      상기 채널 각각은 상기 바이폴라판의 면적의 제곱근의 3배 이상 8배 이하인 것이 바람직하다.
- <62>      본 발명은 연료전지에서 유로의 길이를 연료전지의 면적의 제곱근의 3배 내지 8배 이하로 짧게 설계하고 유로의 진행방향이 변하는 지점을 곡선으로 형성하여 유로의 구간별 압력차를 감소시킴으로써 연료전지 반응에서 생성된 이산화탄소나 물을 반응 영역에서 신속히 제거할 수 있다.
- <63>      이하 본 발명의 실시예에 따른 바이폴라판과 이를 채용하는 연료전지를 도면을 참조하여 상세히 설명한다.
- <64>      도 4는 본 발명의 실시예에 따른 제1바이폴라판을 보이는 평면도이고, 도 5a는 동일물의 A-A' 단면도, 도 5b는 동일물의 B-B' 단면도이다.

- <65> 도 4를 참조하면, 본 발명의 실시예에 따른 제1바이폴라판(31)에는 경계선과 일정한 갭(G)을 두고 소정 높이로 상방으로 돌출된 반응판(37)이 사각형으로 형성되어 있다. 반응판(37)에는 외부로의 연료누출을 방지하기 위한 가스켓이 적용될 수 있다.
- <66> 반응판(37)에는 연료 또는 산화제가 유입되는 입구(32)와 유출되는 출구(34)가 동일한 좌측방향으로 정렬된 제1유로(33)가 사형(蛇形)으로 형성되어 있다. 제1유로(33)의 전체 길이는 제1바이폴라판(31)의 면적의 제곱근의 3배 이상 8배 이하, 바람직하게는 4배 내지 7배 정도를 가지도록 형성되는데, 이 길이는 종래의 유로 길이에 비해 1/3정도 감소한 길이이다. 제1유로(33)의 코너와 턴의 개수는 종래의 유로에 비해 90도 진행방향이 변화하는 코너와 180도 진행방향이 회전하는 턴의 개수가 적다.
- <67> 제1유로(33)는 입구(32)에서 우측으로 직진하다가 제1코너(c1)에서 하방으로 90도 진행방향이 바뀌고 다시 제2코너(c2)에서 우측으로 90도 진행방향이 변화한다. 우측으로 직진하는 제1유로(33)는 제1턴(t1)에서 180도 진행방향이 변화하여 좌측으로 진행방향이 변화하고 다시 제2턴(t2)에서 180도 진행방향이 변화하여 우측으로 진행한다. 이와 같은 제1유로(33)의 진행방향의 변화방식은 제3 내지 제7턴(t3, t4, t5, t6, t7)에서 동일하게 반복된다.
- <68> 다만, 제3턴(t3)과 제4턴(t4)의 사이 및 제4턴(t4)과 제5턴(t5) 사이의 제1유로(33)의 길이는, 제1턴(t1)과 제2턴(t2)의 사이 및 제2턴(t2)과 제3턴(t3) 사이의 길이, 제5턴(t5)과 제6턴(t6) 및 제6턴(t6)과 제7턴(t7) 사이의 제1유로(33)의 길이보다 길다. 도면에서 제3턴(t3)과 제4턴(t4)의 사이 및 제4턴(t4)과 제5턴(t5) 사이의 제1유로(33)의 길이와 제1턴(t1)과 제2턴(t2)의 사이 및 제2턴(t2)과 제3턴(t3) 사이의 길이는 동일한 길이를 가지도록 형성된다. 제7턴(t7)에서 좌측으로 진행하던 제1유로(33)는

제3코너(c3)에서 하방으로 90도 진행방향이 변화하여 진행하다가 제4코너(c4)에서 다시 좌측으로 90도 진행방향이 변화하여 출구(34)에 도달한다. 제1유로(33)의 제1 내지 제4 코너(c1, c2, c3, c4)와 제1 내지 제7턴(t1, t2, t3, t4, t5, t6, t7)은 맴돌이(vortex) 현상을 최소화하기 위하여 곡선으로 형성된다.

<69> 제1유로(33)는 연료 또는 산화제가 통과하는 채널(33a)과 채널(33a) 간에 장벽을 이룸으로써 경계를 형성하는 리브(33b)로 이루어진다. 여기서, 채널(33a)은 반응판(37)에 소정 깊이를 가지도록 형성된다. 도 4에 도시된 본 발명의 제1실시예에 따른 연료전지에 채용되는 제1바이폴라판(31)의 제1유로(33)는 세 개의 채널(33a)이 설계되어 채널(33a)의 입구(32)에서 출구(34)로 나란히 이어지고 있지만, 채널(33a)의 수는 반드시 이에 한정되지 않는다.

<70> 리브(33b)는 채널(33a) 사이에 높이를 가지도록 형성됨으로써 채널(33a)은 골을 리브(33b)는 마루를 형성한다. 도 5a를 참조하면, 채널(33a)의 폭( $w_c$ )과 리브(33b)의 폭( $w_r$ )은 1.5:1 정도의 비를 가지도록 형성되어 있다. 여기서, 채널(33a)의 폭( $w_c$ )과 리브(33b)의 폭( $w_r$ )은 채널(33a)을 통과하는 물질의 종류와 통과 속도에 따라 상이하게 조절될 수 있다. 상술한 채널과 리브의 폭의 비를 가지는 바이폴라판에서는 채널(33a)을 통과하는 연료 또는 산화제가 종래의 유로보다 빠른 속도로 움직일 수 있다. 다만, 본 발명의 실시예에 따른 제1유로(33)는 채널(33a)이 리브(33b)의 폭에 비해 더 크게 형성됨으로써 종래에 동일한 폭을 가지도록 형성되던 채널(33a)과 리브(33b)를 구비하는 유로와 달리 물질의 원활한 소통이 가능하다.

<71> 다시 도 4를 참조하면, 제1바이폴라판(31)의 경계와 반응판(37) 사이의 공간에는 반응판(37)의 네 변의 외측에 두 개씩의 체결공(36a, 36b)(36c, 36d)(36e, 36f, 36g,

36i)과 한 개의 전류집전선 삽입구(36h)가 형성되어 있다. 상기 8개의 체결공(36a, 36b, 36c, 36d, 36e, 36f, 36g)에는 나사 등과 같은 체결부재가 결합되어, 제1바이폴라판(31)에 연료가 주입되는 경우 산화제가 주입되는 제2바이폴라판(미도시)과 제1바이폴라판(31)과 제2바이폴라판 사이에 개재되는 MEA(Membrane Electrode Assembly)(미도시)를 상기 제1바이폴라판과 함께 고정시키는 역할을 한다. 도 5a를 참조하면, 체결공(36e, 36b)은 A-A' 선에 따라 위치하고 있으며 제1바이폴라판(31)을 관통하고 있는데, 다른 체결공(36a, 36f), (36c, 36i), (36d, 36g)도 유사하게 배치되어 있다.

<72> 다시 도 4를 참조하면, 소정 간격 이격되어 위치하는 제1유로(33)의 입구(32)의 하부와 출구(34)의 상부에는 각각 제2유로(미도시)의 출구(44)와 입구(42)가 위치하고 있다. 제1유로(33)의 입구(32)와 다른 유로의 입구(42)를 제1유로(31)의 출구(34)를 사이에 두고 분리됨으로써 연료와 산화제의 혼합, 특히 액체 연료가 MEA에 주입될 때 누수되어 산화제와 혼합되는 것을 최대한 방지할 수 있다. 제1유로(33)의 출구(34)와 제2유로의 출구(44)도 유사하게 제1유로(33)의 입구(32)를 사이에 두고 분리되도록 배치되어 있다. 이러한 입구 및 출구의 배치는 제1바이폴라판(31) 및 다른 바이폴라판(미도시)의 모양을 사각형으로 유지시키는 것을 가능하게 함으로써 연료전지의 반응 면적을 극대화할 수 있고 전극을 대량생산하는 경우 공정이 용이하게 수행하여 제조된 전극의 사용을 최대화할 수 있는 장점이 있다.

<73> 제1유로(31)의 입구(32)와 출구(34) 및 제2유로의 입구(42)와 출구(44)는 도시된 바와 같이 타원형으로 형성되어 연료 또는 산화제의 공급과 배출을 원활하게 할 수 있다. 도 5b를 참조하면, 제1바이폴라판(31)의 좌측에는 체결공(36h)이 제1바이폴라판(31)을 관통하고 있으며 제1유로(31)의 입구(32)의 깊이(d2)는 채널(33a)의 깊이(d1)보다 더 깊



게, 바람직하게는 50% 정도 더 깊게 형성된다. 이와 같은 깊이(d2)는 제1유로(31)의 출구(34), 제2유로의 입구(42) 및 출구(44)에 동일하게 적용된다. 유로의 입구와 출구의 깊이는 입구와 출구의 형태와 함께 연료 또는 산화제의 원활한 흐름을 돕는 설계변수가 된다.

<74> 직접 액체 연료전지의 애노드 반응에서는 메탄올과 물이 촉매 상에서 반응하여 양자와 전자 및 이산화탄소가 함께 발생한다. 이산화탄소는 반응과 관련이 없는 부산물이므로 많은 양이 셀 내부에 머물 경우 반응면적을 차지하여 반응물이 반응점으로 접근하는데 방해가 된다. 또한 캐소드 반응에서는 애노드로부터 전달되어 온 양자와 전자가 공기와 반응하여 전기와 함께 물과 열을 발생시킨다. 이 때 반응에서 생성된 물은 셀 내부로부터 원활하게 제거되어야 산화제인 공기가 물질전달 저항을 적게 받고 반응점으로 접근하기가 용이해진다. 본 발명은 상술한 점을 고려하여 유로의 길이, 채널 및 리브의 폭, 유로의 코너와 턴의 개수, 유로의 입구와 출구의 형태와 깊이 등의 설계변수를 설정하고 있다.

<75> 상술한 제1유로(33)의 설계 이외에도 제1바이폴라판(31)의 네 변의 바깥 부분에는 냉각핀(38a, 38b, 38c, 38d)을 형성하여 연료전지 스택에서 발생하는 열을 냉각시킬 수 있다. 본 발명의 실시예 또는 변형예에서 제시되는 제1바이폴라판(31)과 같은 복수의 바이폴라판을 조여서 연료전지 스택을 제조하는 경우 스트레스에 의해 모서리 부분이 파손되는 것을 방지하기 위해 체결공(36a, 36b, 36c, 36d, 36e, 36f, 36g, 36i)의 위치는 냉각핀(38a, 38b, 38c, 38d)의 중앙에 위치시키는 것이 바람직하다. 또 반응온도를 측정하기 위해 반응판(37)의 좌측 중앙부분에 제1바이폴라판(31)의 좌변 경계선까지 연장되는 열전지 삽입구(35)를 형성한다.

<76> 도 6은 도 4의 제1바이폴라판(31)과 쌍으로 결합될 수 있는 본 발명의 제2실시예에 따른 제2바이폴라판(41)을 보이는 평면도이다. 도 7a는 동일물의 C-C' 선 단면도이며, 도 7b는 동일물의 D-D' 선 단면도이다.

<77> 도 6을 참조하면, 참조부호 41은 제2바이폴라판, 43은 제2유로, 43a는 채널, 43b는 리브, 42는 제2유로의 입구, 44는 출구, 45는 열전지 삽입구, 46a, 46b, 46c, 46d, 46e, 46f, 46g, 46i는 체결공, 46h는 전류집전선 삽입구, 47은 반응판을 각각 나타낸다.

<78> 제2바이폴라판(41)의 내부에는 제2바이폴라판(41)의 경계선으로부터 소정 간격을 두고 하방으로 일정한 깊이로 후퇴된 사각형의 반응판(47)이 위치한다. 반응판(47)의 내부에는 소정 깊이로 형성된 채널(43a)과 채널(43a) 사이에 소정 높이로 형성된 리브(43b)로 이루어지는 제2유로(43)가 사형으로 형성되어 있다.

<79> 제2유로(43)가 시작되는 입구(42)와 제2유로(43)가 끝나는 출구(44)는 동일한 좌측 방향으로 정렬되어 있으며 제2유로(43)의 입구(42)와 출구(44) 사이에는 제1유로(미도시)의 입구(32)와 출구(34)가 위치하고 있다. 상술한 도 4의 제1유로(33)의 입구(32)와 출구(34)의 배치와 유사하게 제2유로(43)의 입구(42)와 출구(44)는 소정간격 이격되어 있으며, 제2유로(43)의 입구(42)와 제1유로의 입구(32)는 제1유로의 출구(34)를 사이에 두고 분리되어 있고, 제2유로(43)의 출구(44)와 제1유로(33)의 출구(34)는 제1유로의 입구(32)를 사이에 두고 제1유로의 출구(34)와 분리되어 있다. 이와 같은 제2유로(43)의 입구(42)와 출구(44)의 배치는 상술한 제1유로(33)의 입구(32)와 출구(34)의 배치와 같이 연료와 산화제의 혼합을 방지하기 위해서이다.

<80> 제2유로(43)는 도시된 바와 같이 제1 및 제2코너(c1, c2)와 제1 내지 제6턴(t1, t2, t3, t4, t5, t6)을 가진다. 상술한 바와 같이 제1 및 제2코너(c1, c2)와 제1 내지

제6턴(t1, t2, t3, t4, t5, t6)은 진행방향이 변화하는 부분이 곡선으로 형성됨으로써  
멤돌이 현상을 방지할 수 있다. 특히, 제2유로(43)의 채널(43a)은 도 4에 도시된 제1유  
로의 채널(33a)과 채널의 진행방향이 90도 교차하도록 설계됨으로써 반응판(47)의 전체  
에 걸쳐 균일한 전기화학적 전지 반응을 유도할 수 있다.

<81> 도 7a를 참조하면, 제2바이폴라판(41)의 반응판(47)에는 깊이(d3)의 채널(43a)이  
형성되는데, 채널(43a)의 폭(w3)과 리브(43b)의 폭(w4)은 바람직하게는 1.5:1 정도로 형  
성된다. 채널(43a)의 폭(w3) 및 깊이와 리브(43b)의 폭(w4)은 채널(43a)을 통과하는 유  
체의 원하는 속도에 따라 조절가능하다.

<82> 도 7b를 참조하면, 제2유로(43)의 입구(42)는 채널(43a)의 깊이(d3)보다 더 깊은  
깊이(d4)로 형성된다. 제2유로(43)의 입구(42)와 출구(44)(44)도 도 5b에 도시된 제1유  
로(33)의 입구(32)와 출구(34)와 유사하게 채널(43a)의 깊이보다 더 깊고 넓게 형성됨으  
로써 연료 또는 산화제가 원활하게 공급될 수 있도록 한다.

<83> 본 발명의 실시예에 따른 연료전지에 구비되는 제1 및 제2바이폴라판(31, 41)은 일  
실시예로 제시되고 있으며 제1 및 제2유로(33, 43)의 형태는 이에 한정되지 않는다. 예  
를 들어 제1 및 제2유로(33, 43)의 입구(32)(42)와 출구(34)(44)는 채널(33a)(43a)에 접  
하는 쪽이 폭이 좁고 채널(33a)(43a)로부터 멀어질수록 폭이 넓어지는 부채꼴형태로 형  
성되어 연료 또는 산화제의 공급과 배출을 용이하게 할 수 있다. 제1바이폴라판(31)에  
연료가 주입되는 경우 제2바이폴라판(41)에는 산화제가 주입되고 그 역도 가능하다.

<84> 도 8은 도 4의 제1바이폴라판(31)과 도 6의 제2바이폴라판(33)을 실제로 제작한 샘  
플의 사진이다. 제1 및 제2바이폴라판(31, 41)은 흑연으로 제조하였으며 두께는 2mm, 면  
적은 100cm<sup>2</sup>으로 형성하였다. 제1 및 제2유로의 입구(32)(42)와 출구(34)(44)는 10mm 간

격을 유지하도록 형성하고 폭이 3mm이고 길이가 8mm인 타원형으로 형성한다. 제1 및 제2 바이폴라판(31, 41)의 실제 반응 면적은 37cm<sup>2</sup>이고 채널(33a, 43a)의 총 길이는 53cm와 47cm이다.

<85> 도 9는 특히 도 8의 제1바이폴라판(31)의 채널(33a)부분을 확대하여 보이고 있다. 도 8 및 도 9를 참조하면, 제1 및 제2채널(33a, 43a)의 깊이는 0.7mm, 폭은 1.7mm으로 형성되고 리브(33b, 43b)의 폭은 1.1mm로 형성되어 채널과 폭의 비가 1.5:1을 이룬다. 반응판(37)( 47)과 제1 및 제2바이폴라판(31)(41)의 경계선 사이는 0.6mm의 갭(G)이 있으며 도시되지는 않았으나 10mm 폭의 냉각핀을 제1 또는 제2바이폴라판(31, 41)의 세 변의 외측부분에 형성시킬 수 있다.

<86> 다음 표는 도 1에 도시된 종래의 바이폴라판과 도 8에 도시된 본 발명의 실시예에 따른 연료전지에 채용되는 제1바이폴라판(31)과 제2바이폴라판(41)의 설계변수의 설정치를 비교한 표이다.

<87> 【표 1】

설계변수		종래기술	제1바이폴라판
흐름 패턴		메탄올(2개의 채널) 공기(3개의 채널)	메탄올(3개의 채널) 공기(3개의 채널)
입구 및 출구의 배치		대각선	일방향
면적(cm <sup>2</sup> )		100	100
반응 면적(cm <sup>2</sup> )		45	37
냉각핀 면적(cm <sup>2</sup> )		34	34
채널길이 (cm)	메탄올	160	53
	공기	108	47
코너수	메탄올	88(22턴)	54(9턴)
	공기	42(14턴)	42(7턴)
코너 형태		90도 직각	곡선
채널 도입부 길이(cm)		0.8	1.1
채널 깊이(cm)		0.7	0.7

<88> 표 1을 참조하면, 종래의 바이폴라판에 비해 제1 및 제2바이폴라판의 반응면적이 45cm<sup>2</sup>에서 37cm<sup>2</sup>으로 감소하고, 채널길이는 메탄올 유동 유로인 경우 160cm에서 53cm로, 공기유동 유로인 경우 108cm에서 47cm로 1/2~1/3정도로 감소한다. 코너수는 메탄올 유동 유로인 경우 88개에서 54개로 공기유동 유로인 경우 42개로 동일하게 유지되고 있으며 턴의 개수는 메탄올 유동 유로인 경우 22턴에서 9턴으로 공기유동 유로인 경우 14턴에서 7턴으로 1/3정도로 감소하여 연료 또는 산화제의 유속이 빨라질 것을 추측할 수 있으며 이에 따라 압력차의 감소를 예상할 수 있다.

<89> 도 10은 도 4에 도시된 제1바이폴라판과 도 6에 도시된 제2바이폴라판을 채용하는 연료전지를 간략히 나타낸 분리 사시도이다.

<90> 메탄올과 같은 연료가 주입되는 제1바이폴라판(31)과 공기와 같은 산화제가 주입되는 제2바이폴라판(41) 사이에 연료와 산화제가 접촉하며 전기화학적 반응이 일어나는 MEA(52)이 개재된다. 직접액체 연료전지인 경우 애노드인 제1바이폴라판(31)에서는 제1유로(33)로 메탄올이 연료로 공급되고 캐소드인 제2바이폴라판(41)에서는 제2유로(43)로 공기가 산화제로서 공급된다. 메탄올과 물은 MEA(52)에서 반응하여 양자, 전자 및 이산화탄소를 함께 발생시킨다. 이산화탄소는 반응과 관련이 없는 부산물이므로 많은 양이 셀 내부에 머물 경우 반응면적을 차지하여 반응물이 반응점으로 접근하는데 방해가 된다. 또한 캐소드 반응에서는 제1바이폴라판(31)로부터 전달되어 온 양자와 전자가 공기와 반응하여 전기와 함께 물과 열을 발생시킨다. 본 발명의 실시예에 따른 제1 및 제2바이폴라판(31, 41)은 반응에서 생성된 물을 셀 내부로부터 원활히 제거할 수 있으므로 산화제인 공기가 물질전달 저항을 적게 받고 반응점으로 접근하기가 용이해진다.

- <91> 도 11은 본 발명의 실시예에 따른 바이폴라판을 채용하는 연료전지 스택에 있어 셀의 번호에 따른 전압(E)의 분포를 보이는 그래프이다. 도 2에 도시된 종래의 바이폴라판과 달리 셀 전체에서 전압이 고르게 나타나는 것을 볼 수 있다.
- <92> 도 12는 본 발명의 실시예에 따른 바이폴라판을 채용하는 연료전지 스택에 있어 전류(I)의 변화에 따른 전압(E)의 변화를 보이는 그래프(g1)와 파워(Power)의 변화를 보이는 그래프(g2)이다. 도 3에 도시된 종래의 바이폴라판을 채용하는 연료전지 스택에 있어 전류(I)의 변화에 따른 전압(E)의 그래프(f1)와 g1을 비교하면 본 발명의 실시예에 따른 연료전지 스택에서 동일한 전압(E), 5V에서 더 큰 전류(I), 8A를 나타낸다. 종래의 바이폴라판을 채용하는 연료전지 스택에 있어 전류(I)의 변화에 따른 파워(Power)의 변화를 나타내는 그래프(f2)와 g2를 비교하면 g2에서 전압이 4V일 때 최고 파워가 44W 정도로 나타나고 있어 f2에서 나타나는 최고 파워인 30W 정도보다 47% 정도 증가된 파워를 보인다.
- <93> 종래의 바이폴라판에 비해 본 발명의 실시예에 따른 바이폴라판은 내부의 압력차가 10배 내지 20배 정도로 감소한다. 즉 압력차는 연료측(애노드)이 1.92bar에서 0.08bar 정도, 산화제측(캐소드)이 0.8bar에서 0.05bar 정도로 감소하는 것으로 나타난다.
- <94> 본 발명은 연료전지 스택의 애노드 또는 캐소드로 동시에 기능하는 바이폴라판의 채널길이, 깊이, 폭, 코너와 턴의 개수 등의 설계변수를 최적으로 설정함으로써 바이폴라판의 내부 압력차를 감소시키고 반응속도를 증가시킴으로써 파워를 향상시킨 장점을 가진다. 특히 유로의 도입부분, 즉 입구와 출구의 깊이와 폭을 적절히 형성함으로써 연료전지의 성능을 향상시킨 장점을 가진다.

<95>       상기한 설명에서 많은 사항이 구체적으로 기재되어 있으나, 그들은 발명의 범위를 한정하는 것이라기보다, 바람직한 실시예의 예시로서 해석되어야 한다.

<96>       예를 들어 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자라면 본 발명의 기술적 사상에 의해 유로의 채널 길이, 깊이, 폭, 형태를 다양하게 형성할 수 있을 것이다. 때문에 본 발명의 범위는 설명된 실시예에 의하여 정하여 질 것이 아니고 특허청구 범위에 기재된 기술적 사상에 의해 정하여져야 한다.

#### 【발명의 효과】

<97>       상술한 바와 같이, 본 발명에 따른 바이폴라판 및 이를 채용하는 연료전지의 장점은 압력차가 감소하고 반응속도가 증가하여 파워가 향상된다는 것이다. 또 연료와 산화제의 입구와 출구를 일방향으로 배치함으로써 제조된 전극을 사용할 때 면적손실을 최대한 줄이고 연료와 산화제의 혼합을 효과적으로 방지한다는 것이다.

**【특허청구범위】****【청구항 1】**

연료 또는 산화제가 유동하는 유로가 형성된 연료전지용 바이폴라판에 있어서,  
상기 유로의 길이는 상기 바이폴라판의 면적의 제곱근의 3배 이상 8배 이하인 것을  
특징으로 하는 바이폴라판.

**【청구항 2】**

제 1 항에 있어서,  
상기 유로는 상기 바이폴라판의 경계로부터 소정 갭을 두고 상방으로 돌출된 반응  
판에 형성되는 것을 특징으로 하는 바이폴라판.

**【청구항 3】**

제 1 항에 있어서,  
상기 유로는 상기 바이폴라판의 경계로부터 소정 갭을 두고 하방으로 후퇴된 반응  
판에 형성되는 것을 특징으로 하는 바이폴라판.

**【청구항 4】**

제 2 항 또는 제 3 항에 있어서, 상기 유로는,  
상기 반응판에 소정 깊이로 형성되고 상기 연료 또는 산화제가 이동하는 채널과,  
상기 채널 간 장벽을 이루는 리브로 이루어지고, 상기 채널의 폭이 상기 리브의 폭에 비  
해 1.3 배 내지 2배 정도 큰 것을 특징으로 하는 바이폴라판.

**【청구항 5】**

제 4 항에 있어서,



상기 채널 각각은 상기 바이폴라판의 면적의 제곱근의 3배 이상 8배 이하인 것을 특징으로 하는 바이폴라판.

**【청구항 6】**

제 1 항에 있어서,

상기 유로는 진행 방향이 90도 변하는 코너가 60개 이하인 것을 특징으로 하는 바이폴라판.

**【청구항 7】**

제 1 항에 있어서,

상기 유로는 진행 방향이 180도 변하는 턴이 12개 이하인 것을 특징으로 하는 바이폴라판.

**【청구항 8】**

제 6 항에 있어서,

상기 코너는 곡선으로 형성되는 것을 특징으로 하는 바이폴라판.

**【청구항 9】**

제 7 항에 있어서,

상기 턴은 곡선으로 형성되는 것을 특징으로 하는 바이폴라판.

**【청구항 10】**

제 1 항에 있어서,

상기 유로의 입구와 출구는 동일 방향으로 정렬된 것을 특징으로 하는 바이폴라판.

**【청구항 11】**

제 1 항에 있어서,

상기 유로의 입구와 출구는 타원형인 것을 특징으로 하는 바이폴라판.

**【청구항 12】**

제 4 항에 있어서,

상기 유로는 상기 채널에서 멀어질수록 폭이 넓어지는 부채꼴 형태의 입구와 출구를 구비하는 것을 특징으로 하는 바이폴라판.

**【청구항 13】**

제 4 항에 있어서,

상기 유로는 상기 채널보다 깊이가 30% 내지 50% 정도 더 깊은 입구와 출구를 구비하는 것을 특징으로 하는 바이폴라판.

**【청구항 14】**

제 1 항에 있어서,

상기 바이폴라판은 일측에 열전지 삽입구가 형성되는 것을 특징으로 하는 바이폴라판.

**【청구항 15】**

연료유동 유로가 형성되는 제1바이폴라판과, 산화제유동 유로가 형성되는 제2바이폴라판 및, 상기 제1 및 제2바이폴라판 사이에 개재되고 상기 연료와 상기 산화제가 반응하는 MEA를 구비하는 연료전지에 있어서,

상기 연료유동 유로의 길이는 상기 제1바이폴라판의 면적의 제곱근의 3배 이상 8배 이하이고, 상기 산화제유동 유로의 길이는 상기 제2바이폴라판의 면적의 제곱근의 3배 이상 8배 이하인 것을 특징으로 하는 연료전지.

**【청구항 16】**

제 15 항에 있어서,

상기 연료유동 유로는 상기 제1바이폴라판의 경계로부터 소정 갭을 두고 상방으로 돌출된 반응판에 형성되는 것을 특징으로 하는 연료전지.

**【청구항 17】**

제 15 항에 있어서,

상기 연료유동 유로는 상기 제1바이폴라판의 경계로부터 소정 갭을 두고 하방으로 후퇴된 반응판에 형성되는 것을 특징으로 하는 연료전지.

**【청구항 18】**

제 15 항에 있어서,

상기 산화제유동 유로는 상기 제2바이폴라판의 경계로부터 소정 갭을 두고 상방으로 돌출된 반응판에 형성되는 것을 특징으로 하는 연료전지.

**【청구항 19】**

제 15 항에 있어서,

상기 산화제유동 유로는 상기 제2바이폴라판의 경계로부터 소정 갭을 두고 하방으로 후퇴된 반응판에 형성되는 것을 특징으로 하는 연료전지.

**【청구항 20】**

제 16 항 또는 제 17 항에 있어서, 상기 연료유동 유로는,  
상기 반응판에 소정 깊이로 형성되고 상기 연료 또는 산화제가 이동하는 채널과,  
상기 채널 간 장벽을 이루는 리브으로 이루어지고, 상기 채널의 폭이 상기 리브의 폭에  
비해 1.3 배 내지 2배 정도 큰 것을 특징으로 하는 연료전지.

**【청구항 21】**

제 18 항 또는 제 19 항에 있어서, 상기 산화제유동 유로는,  
상기 반응판에 소정 깊이로 형성되고 상기 연료 또는 산화제가 이동하는 채널과,  
상기 채널 간 장벽을 이루는 리브로 이루어지고, 상기 채널의 폭이 상기 리브의 폭에 비  
해 1.3 배 내지 2배 정도 큰 것을 특징으로 하는 연료전지.

**【청구항 22】**

제 15 항에 있어서,  
상기 연료유동 유로는 채널의 방향이 90도 변하는 코너가 60개 이하인 것을 특징으  
로 하는 연료전지.

**【청구항 23】**

제 15 항에 있어서,  
상기 연료유동 유로는 채널의 방향이 180도 변하는 턴이 12개 이하인 것을 특징으  
로 하는 연료전지.

**【청구항 24】**

제 15 항에 있어서,

상기 산화제유동 유로는 채널의 방향이 90도 변하는 코너가 50개 이하인 것을 특징으로 하는 연료전지.

**【청구항 25】**

제 15 항에 있어서,

상기 산화제유동 유로는 채널의 방향이 180도 변하는 턴이 10개 이하인 것을 특징으로 하는 연료전지.

**【청구항 26】**

제 22 항 또는 제 24 항에 있어서,

상기 코너는 곡선으로 형성되는 것을 특징으로 하는 연료전지.

**【청구항 27】**

제 18 항에 있어서,

상기 턴은 곡선으로 형성되는 것을 특징으로 하는 연료전지.

**【청구항 28】**

제 15 항에 있어서,

상기 연료유동 유로는 동일방향으로 정렬된 입구와 출구를 구비하는 것을 특징으로 하는 연료전지.

**【청구항 29】**

제 15 항에 있어서,

상기 산화제유동 유로는 동일 방향으로 정렬된 입구와 출구를 구비하는 것을 특징으로 하는 연료전지.

【청구항 30】

제 15 항에 있어서,

상기 연료유동 유로의 입구는 상기 산화제유동 유로의 입구와 상기 연료유동 유로의 출구 또는 상기 산화제유동 유로의 출구를 사이에 두고 분리되어 있는 것을 특징으로 하는 연료전지.

【청구항 31】

제 15 항에 있어서,

상기 연료유동 유로의 출구는 상기 산화제유동 유로의 출구와 상기 연료유동 유로의 입구 또는 상기 산화제유동 유로의 입구를 사이에 두고 분리되어 있는 것을 특징으로 하는 연료전지.

【청구항 32】

제 15 항에 있어서,

상기 연료유동 유로는 타원형의 입구와 출구를 구비하는 것을 특징으로 하는 연료전지.

【청구항 33】

제 15 항에 있어서,

상기 산화제유동 유로는 타원형의 입구와 출구를 구비하는 것을 특징으로 하는 연료전지.

**【청구항 34】**

제 15 항에 있어서,

상기 연료유동 유로는 상기 채널로부터 멀어질수록 폭이 넓어지는 부채꼴의 입구와 출구를 구비하는 것을 특징으로 하는 연료전지.

**【청구항 35】**

제 15 항에 있어서,

상기 산화제유동 유로는 상기 채널로부터 멀어질수록 폭이 넓어지는 부채꼴의 입구와 출구를 구비하는 것을 특징으로 하는 연료전지.

**【청구항 36】**

제 15 항에 있어서,

상기 연료유동 유로는 상기 채널의 깊이에 비하여 30~50% 더 깊게 형성된 입구와 출구를 구비하는 것을 특징으로 하는 연료전지.

**【청구항 37】**

제 15 항에 있어서,

상기 산화제유동 유로는 상기 채널의 깊이에 비하여 30~50% 더 깊게 형성된 입구와 출구를 구비하는 것을 특징으로 하는 연료전지.

**【청구항 38】**

제 15 항에 있어서,

상기 제1바이폴라판은 일측에 열전지 삽입구를 구비하는 것을 특징으로 하는 연료전지.



**【청구항 39】**

제 15 항에 있어서,

상기 제2바이폴라판은 일측에 열전지 삽입구를 구비하는 것을 특징으로 하는 연료 전지.

**【청구항 40】**

제 15 항에 있어서,

상기 제1바이폴라판은 애노드이고, 상기 제2바이폴라판은 캐소드인 것을 특징으로 하는 연료전지.

**【청구항 41】**

제 15 항에 있어서,

상기 제1바이폴라판의 압력은 0.05bar 내지 0.12bar를 나타내는 것을 특징으로 하는 연료전지.

**【청구항 42】**

제 15 항에 있어서,

상기 제2바이폴라판의 압력은 0.02bar 내지 0.08bar를 나타내는 것을 특징으로 하는 연료전지.

**【청구항 43】**

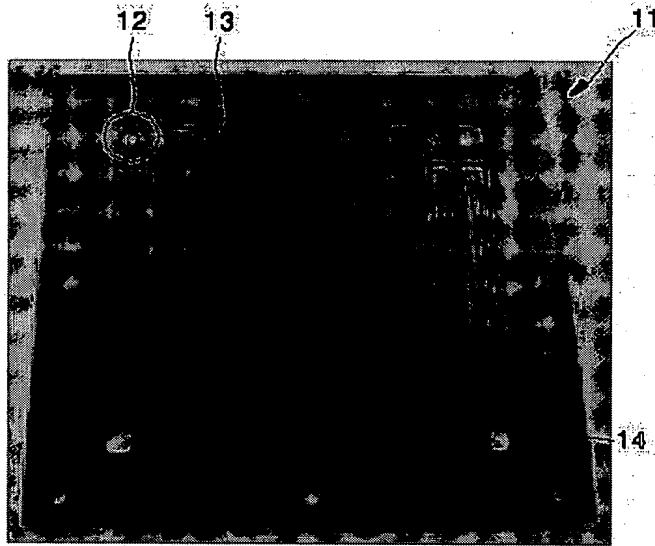
제 15 항에 있어서,

상기 채널 각각은 상기 바이폴라판의 면적의 제곱근의 3배 이상 8배 이하인 것을 특징으로 하는 바이폴라판.

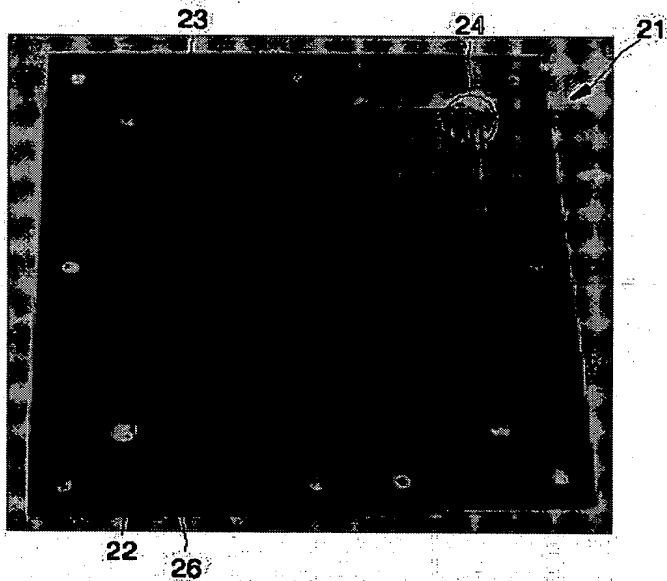


【도면】

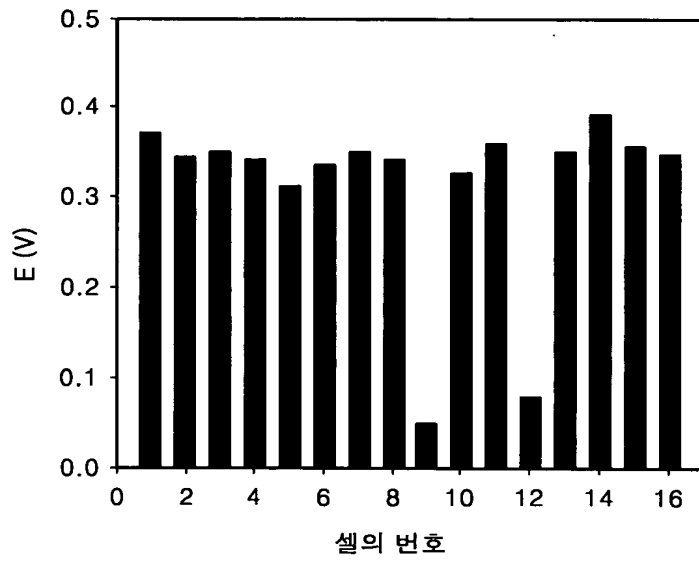
【도 1a】



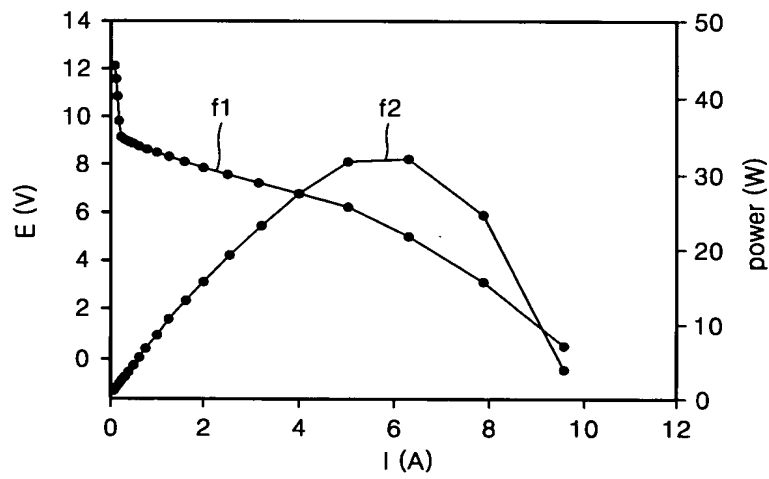
【도 1b】



【도 2】

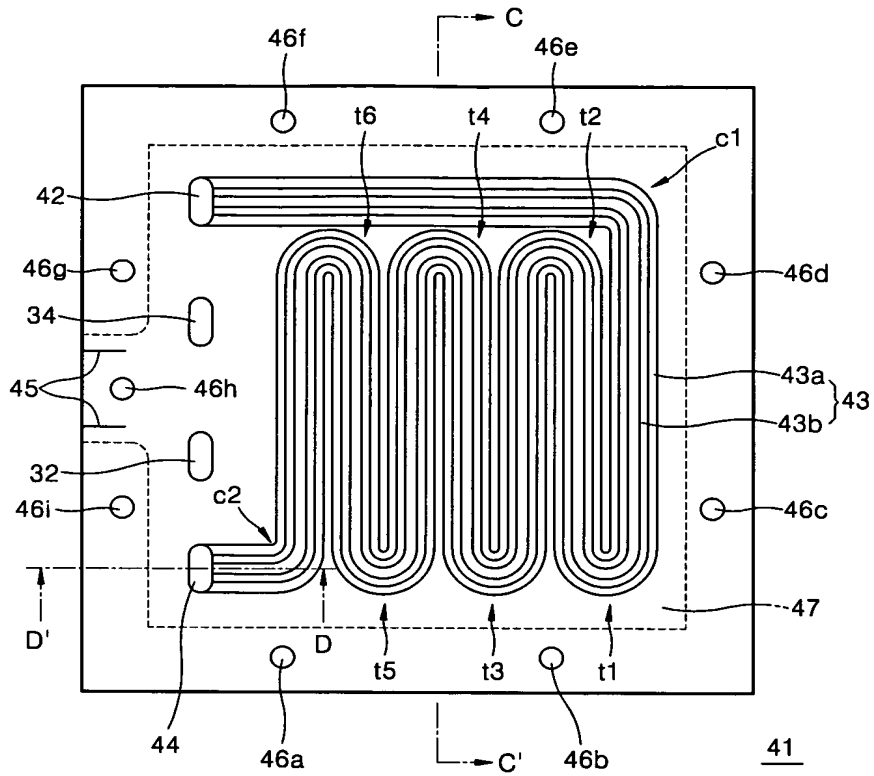


【도 3】

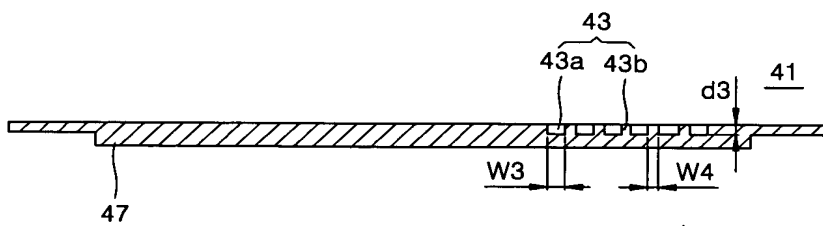


[illegible]

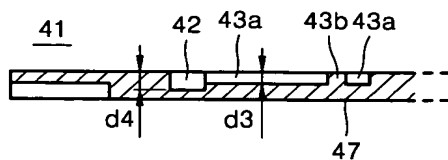
【도 6】



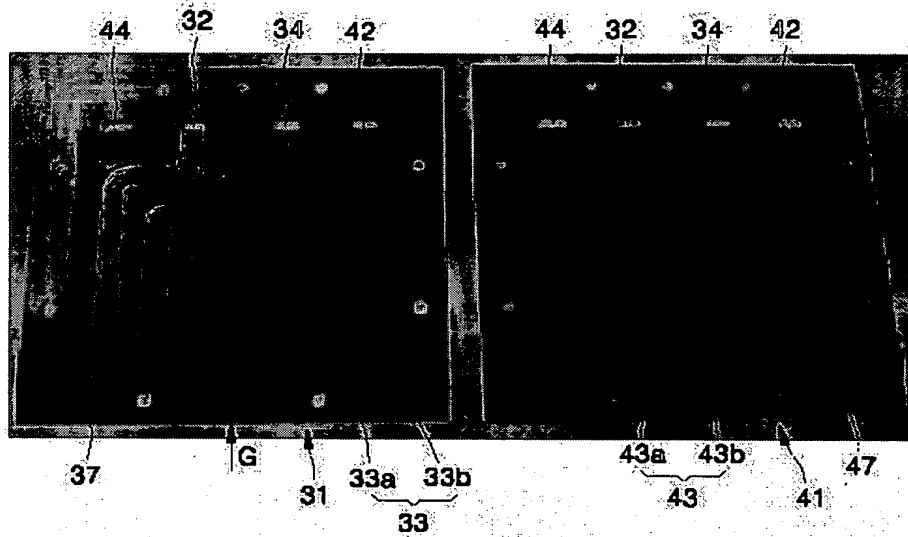
【도 7a】



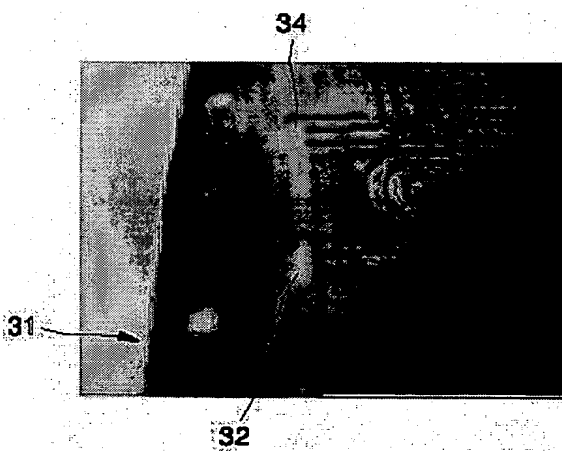
【도 7b】



【도 8】



【도 9】



【도 10】

